

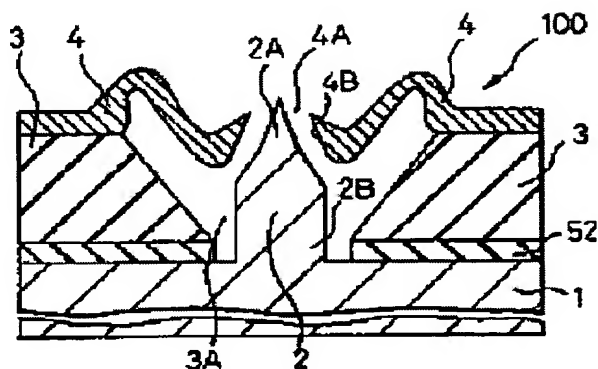
**CATHODE DEVICE AND ITS MANUFACTURE**

**Patent number:** JP7065706  
**Publication date:** 1995-03-10  
**Inventor:** TOYODA OSAMU; others: 03  
**Applicant:** FUJITSU LTD  
**Classification:**  
- **International:** H01J1/30; H01J9/02; H01J31/12; H01J31/15  
- **European:**  
**Application number:** JP19940115309 19940527  
**Priority number(s):**

**Abstract of JP7065706**

**PURPOSE:** To cause electric field emission with the lowest possible voltage, concerning a cathode device and its manufacture.

**CONSTITUTION:** This is equipped with a substrate 1, at least one emitter tip 2, which has a conical head 2A, and a gate electrode layer 4, which has an opening 4A to expose the head of that emitter tip 2, and the diameter of that opening 4A of that gate electrode layer is smaller than the diameter of the junction with that substrate of that emitter tip 2. In the manufacture, this is so arranged that the gate electrode material of the gate electrode layer 4 is stuck to the diffusion film on the surface of the conical head of the emitter tip 2, and that the inside periphery wall of the opening of the gate electrode layer 4 extends nearly parallel with the conical head of the emitter tip by the removal of that diffusion film.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-65706

(43)公開日 平成7年(1995)3月10日

(51)Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 J	1/30	Z		
	9/02	B	7354-5E	
		R	7354-5E	
	31/12	B		
	31/15	C		

審査請求 未請求 請求項の数35 O L (全 16 頁)

(21)出願番号 特願平6-115309

(22)出願日 平成6年(1994)5月27日

(31)優先権主張番号 特願平5-141654

(32)優先日 平5(1993)6月14日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72)発明者 登田 治

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72)発明者 別井 圭一

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72)発明者 福田 晋也

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 石田 敏 (外3名)

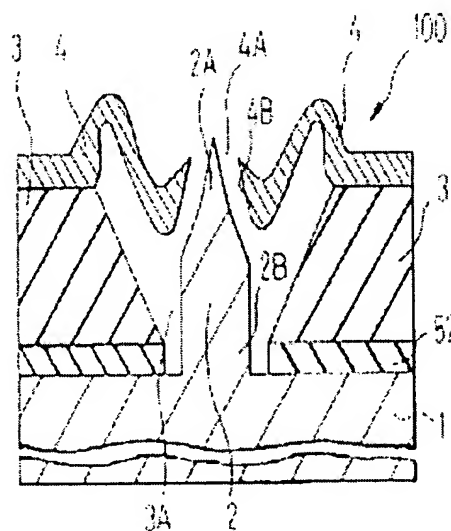
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 陰極装置及びその製造方法

(57)【要約】

【目的】 本発明は陰極装置及びその製造方法に関し、できるだけ低い電圧で電界放出を起こさせることができるようにすることを目的とする。

【構成】 基板1と、該基板に形成され、円錐状の先端部分2Aを有する少なくとも1つのエミッタタイプ2と、該基板の上方に形成され、該エミッタタイプの先端部分を露出させる開口部4Aを有するゲート電極層4とを具備し、該ゲート電極層の該開口部4Aの直径が該エミッタタイプ2の該基板との接合部における直径よりも小さい構成とする。製造方法においては、ゲート電極層4がゲート電極材料がエミッタタイプ2の円錐状の先端部分の表面の拡散膜に付着せしめられようし、該拡散膜の除去により、ゲート電極層4の開口部の内周壁がエミッタタイプ2の円錐状の先端部分とほぼ平行に延びるようにする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板（１）と、該基板に形成され、円錐状の先端部分（２Ａ）を有する少なくとも１つのエミッタタイプ（２）と、該基板の上方に形成され、該エミッタタイプの先端部分を露出させる開口部（４Ａ）を有するゲート電極層（４）とを具備し、該ゲート電極層の該開口部（４Ａ）の直径が該エミッタタイプ（２）の該基板との接合部における直径よりも小さいことを特徴とする陰極装置。

【請求項 2】 該ゲート電極層の該開口部の内周壁の幅が該ゲート電極層の厚さよりも大きいことを特徴とする請求項 1 に記載の陰極装置。

【請求項 3】 該ゲート電極層の該開口部の内周壁が該エミッタタイプの円錐状の該先端部分の外側で該先端部分とほぼ平行に延びるほぼ切頭円錐状に形成されることを特徴とする請求項 2 に記載の陰極装置。

【請求項 4】 該基板と該ゲート電極層との間に絶縁層があり、該絶縁層は該エミッタタイプを露出させる開口部を有することを特徴とする請求項 1 に記載の陰極装置。

【請求項 5】 該基板と該ゲート電極層との間に絶縁層があり、該絶縁層が酸化膜からなることを特徴とする請求項 1 に記載の陰極装置。

【請求項 6】 該エミッタタイプは該基板との接合部と該先端部分との間にほぼ円柱状の基端部分を有することを特徴とする請求項 1 に記載の陰極装置。

【請求項 7】 該エミッタタイプは該基板との接合部から該先端部分までほぼ連続的な円錐状に形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の陰極装置。

【請求項 8】 該エミッタタイプの該基板との接合部がカソード電極に電気的に接続されることを特徴とする請求項 1 に記載の陰極装置。

【請求項 9】 円錐状の先端部分を有する少なくとも１つのエミッタタイプ（２）を基板（１）に形成する工程と、形成された該エミッタタイプの表面に酸化膜（５２）を形成する工程と、

ゲート電極材料が少なくとも該エミッタタイプの円錐状の先端部分の表面の酸化膜に付着せしめられ、かつ該エミッタタイプの先端部分（２Ａ）を露出させる開口部（４Ａ）を有するようにゲート電極層（４）を形成する工程と、

該エミッタタイプの表面の酸化膜を除去する工程とを含み、該酸化膜の除去により、該ゲート電極層の該開口部の内周壁が該エミッタタイプの円錐状の該先端部分の外側に該先端部分とほぼ平行に延びるよう形成されることを特徴とする陰極装置の製造方法。

【請求項 10】 該基板と該ゲート電極層との間に該エミッタタイプを露出させる開口部を有する絶縁層を形成する工程を含むことを特徴とする請求項 9 に記載の陰

極装置の製造方法。

【請求項 11】 該絶縁層形成工程が、該エミッタタイプの中間部から寄生的に成長する襟状成長部分の形成を含み、該ゲート電極層の形成工程において、該襟状成長部分をマスクとして使用してゲート電極材料が該襟状成長部分の上方で該エミッタタイプの先端部分の近傍へまわりこむようにすることを特徴とする請求項 10 に記載の陰極装置の製造方法。

【請求項 12】 該ゲート電極層を形成する工程において、該ゲート電極層の該開口部の内周壁が該エミッタタイプの円錐状の該先端部分の外側に該先端部分とほぼ平行に延びるほぼ切頭円錐状に形成されることを特徴とする請求項 9 に記載の陰極装置の製造方法。

【請求項 13】 エミッタタイプの形成工程が、基板にエミッタタイプの形状に対応するマスクを形成する工程と、該マスクを用いて該基板をエッチングする工程と、該マスクを除去する工程とを含むことを特徴とする請求項 9 に記載の陰極装置の製造方法。

【請求項 14】 該マスクの少なくとも一部を該酸化膜とは異なった材料で形成し、該マスクを除去する工程において、該マスクを該酸化膜に対して選択的に除去することを特徴とする請求項 13 に記載の陰極装置の製造方法。

【請求項 15】 該マスクを除去する工程が該ゲート電極層の形成工程の後に行われることを特徴とする請求項 14 に記載の陰極装置の製造方法。

【請求項 16】 該マスクを除去する工程が該ゲート電極層の形成工程の前に行われることを特徴とする請求項 14 に記載の陰極装置の製造方法。

【請求項 17】 該酸化膜形成工程が熱酸化処理工程からなることを特徴とする請求項 9 に記載の陰極装置の製造方法。

【請求項 18】 該酸化膜形成工程において、酸化膜が該エミッタタイプの表面並びに該基板の表面に形成され、該基板の表面の酸化膜が該基板と該ゲート電極層との間の絶縁層として作用することを特徴とする請求項 17 に記載の陰極装置の製造方法。

【請求項 19】 該基板の表面の酸化膜とは別に該基板と該ゲート電極層との間に絶縁層を形成する工程を含み、該絶縁層形成工程が該酸化処理の前に行われることを特徴とする請求項 17 に記載の陰極装置の製造方法。

【請求項 20】 該基板の表面の酸化膜とは別に該基板と該ゲート電極層との間に絶縁層を形成する工程を含み、該絶縁層形成工程が該酸化処理の後に行われることを特徴とする請求項 17 に記載の陰極装置の製造方法。

【請求項 21】 エミッタタイプの形成工程が、基板にエミッタタイプの形状に対応するマスクを形成する工程と、該マスクを用いて該基板をエッチングする工程と、該マスクを除去する工程とを含み、該酸化膜形成工程の後でゲート電極層形成工程の前に該

基板と該ゲート電極層との間に該エミッタタイプを露出させる開口部を有する絶縁層を形成する工程を含み、該マスク除去工程及び該酸化膜除去工程がゲート電極層形成工程の後に行われることを特徴とする請求項 9 に記載の陰極装置の製造方法。

【請求項 22】 該絶縁層の形成工程が、該エミッタタイプの中間部から寄生的に成長する襟状成長部分の形成を含み、該ゲート電極層の形成工程において、該襟状成長部分をマスクとして使用してゲート電極材料が該襟状成長部分の上方で該エミッタタイプの先端部分の近傍へまわりこむようにし、ゲート電極層の形成の後で該マスク及び該エミッタタイプの周囲の酸化膜とともに該襟状成長部分を除去することを特徴とする請求項 21 に記載の陰極装置の製造方法。

【請求項 23】 エミッタタイプの形成工程が、基板にエミッタタイプのためのマスクを形成する工程と、該マスクを用いて該基板をエッチングする工程と、該マスクを除去する工程とを含み、該酸化膜形成工程の後かつゲート電極層形成工程の前で該基板と該ゲート電極層との間に該エミッタタイプを露出させる開口部を有する絶縁層を形成する工程を含み、

該マスク除去工程が絶縁層形成工程の後かつゲート電極層形成工程の前に行われ、該酸化膜除去工程がゲート電極層の形成の後で行われることを特徴とする請求項 9 に記載の陰極装置の製造方法。

【請求項 24】 該絶縁層の形成工程が、該エミッタタイプの中間部から寄生的に成長する襟状成長部分の形成を含み、該ゲート電極層の形成工程において、該襟状成長部分をマスクとして使用してゲート電極材料が該襟状成長部分の上方で該エミッタタイプの先端部分の近傍へまわりこむようにし、ゲート電極層の形成の後で該マスク及び該エミッタタイプの周囲の酸化膜とともに該襟状成長部分を除去することを特徴とする請求項 23 に記載の陰極装置の製造方法。

【請求項 25】 エミッタタイプの形成工程が、基板にエミッタタイプのためのマスクを形成する工程と、該マスクを用いて該基板をエッチングする工程と、該マスクを除去する工程とを含み、該酸化膜形成工程の前に該基板と該ゲート電極層との間に該エミッタタイプを露出させる開口部を有する絶縁層を形成する工程を含み、該マスク除去工程が絶縁層形成工程の後かつ該酸化膜形成工程の前に行われ、該マスク除去工程の後で該ゲート電極層形成工程が行われることを特徴とする請求項 9 に記載の陰極装置の製造方法。

【請求項 26】 エミッタタイプの形成工程が、基板にエミッタタイプのためのマスクを形成する工程と、該マスクを用いて該基板をエッチングする工程と、該マスクを除去する工程とを含み、

該酸化膜形成工程の後には該基板と該ゲート電極層との間に該エミッタタイプを露出させる開口部を有する絶縁層を形成する工程を含み、該マスク除去工程が絶縁層形成工程の後で行われることを特徴とする請求項 9 に記載の陰極装置の製造方法。

【請求項 27】 該絶縁層の形成工程が、該エミッタタイプの中間部から寄生的に成長する襟状成長部分の形成を含み、該ゲート電極層の形成工程において、該襟状成長部分をマスクとして使用してゲート電極材料が該襟状成長部分の上方で該エミッタタイプの先端部分の近傍へまわりこむようにし、ゲート電極層の形成の後で該マスク及び該エミッタタイプの周囲の酸化膜とともに該襟状成長部分を除去することを特徴とする請求項 26 に記載の陰極装置の製造方法。

【請求項 28】 エミッタタイプの形成工程が、基板にエミッタタイプのためのマスクを形成する工程と、該マスクを使用して該基板をエッチングする工程と、該マスクを除去する工程とを含み、該マスク除去工程が酸化膜形成工程の前に行われ、該基板上の酸化膜が該基板と該ゲート電極層との間の絶縁層となることを特徴とする請求項 9 に記載の陰極装置の製造方法。

【請求項 29】 エミッタタイプの形成工程が、基板にエミッタタイプのためのマスクを形成する工程と、該マスクを用いて該基板をエッチングする工程と、該マスクを除去する工程とを含み、該酸化膜形成工程の前に該基板と該ゲート電極層との間に該エミッタタイプを露出させる開口部を有する絶縁層を形成する工程を含み、

該マスク除去工程が酸化膜形成工程の前に行われることを特徴とする請求項 9 に記載の陰極装置の製造方法。

【請求項 30】 該ゲート電極層の形成工程において、該基板を回転軸線のまわりで回転しつつゲート電極材料を該基板に該回転軸線に対して斜め方向から蒸着することを特徴とする請求項 9 に記載の陰極装置の製造方法。

【請求項 31】 該ゲート電極層の形成工程において、ゲート電極材料を該基板にスパッタリング法により付着させることを特徴とする請求項 9 に記載の陰極装置の製造方法。

【請求項 32】 該ゲート電極層の形成工程において、ゲート電極材料を該基板に CVD 法により付着させることを特徴とする請求項 9 に記載の陰極装置の製造方法。

【請求項 33】 エミッタタイプの形成工程において、最初に等方性に近いエッチングを行い、引き続き異方性エッチングを行って、円錐状の先端部分及びほぼ円柱状の基端部分を有する該エミッタタイプを形成することを特徴とする請求項 9 に記載の陰極装置。

【請求項 34】 陰極装置と、該陰極装置から放出した電子を受ける陽極装置とからなる表示装置であって、該陰極装置が、基板 (1) と、該基板に形成され、円錐

状の先端部分(2A)を有する少なくとも1つのエミッタタイプ(2)と、該基板の上方に形成され、該エミッタタイプの先端部分を露出させる開口部(4A)を有するゲート電極層(4)とを具備し、該ゲート電極層の該開口部(4A)の直径が該エミッタタイプ(2)の該基板との接合部における直径よりも小さいことを特徴とする表示装置。

【請求項35】 複数のグループのエミッタタイプ(2)がマトリクス状に配置され、該陰極装置は該エミッタタイプ(2)のマトリクスの行及び列の少なくとも一方に対応して配置された表示部(202)を有することを特徴とする請求項34に記載の表示装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は陰極装置、特に微小電界放出冷陰極と呼ばれる陰極装置に関する。本発明はさらにエッチングを使用した陰極装置の製造方法に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】微小電界放出冷陰極は、例えば図28に示されるように、基板1上に形成された1又は複数の円錐状の先端部分を有するエミッタタイプ2と、基板1の上方に配置され、エミッタタイプ2の先端部分を露出させる開口部を有するゲート電極層4とからなる。絶縁層3が基板1とゲート絶縁層4との間に設けられる。エミッタタイプ2の基端部2Bとゲート電極層4との間に電圧を印加することにより、エミッタタイプ2の先端部分2Aとゲート電極層4の開口部4Aの内周壁4Bとの間で強電界が生じ、エミッタタイプの先端部分から電子が放出される。

【0003】微小電界放出冷陰極は、電子の放出源であり、表示装置やマイクロ真空管等として使用される。また、微小電界放出冷陰極は、電子の移動度が大きいので高速動作が可能であり、また、高温動作や放射損傷に対する耐性が高いなどの特徴がある。従って、微小電界放出冷陰極は、上記した用途ばかりでなく、マイクロ波素子、超高速演算素子、宇宙や原子炉など放射環境で使用する能動素子、高温環境で使用する能動素子などの分野での用途が期待されている。

【0004】このような陰極装置をエッチングを利用して形成することが知られている。例えば、図29において、シリコン基板1を用い、該基板1上にエミッタタイプ2の直径に相当するマスク51を形成し(A)、エッチングを行うと、基板1のマスク51で覆われていない部分の表面が削られ、基板のマスクの下方の部分山形に残り(B)、この山形の部分がエミッタタイプ2となる。それから、このマスク51を残したままで、基板1に熱酸化処理を行うと、酸化物がエミッタタイプの内部に拡散し、酸化膜52がエミッタタイプ2の表面に形成される(C)。この酸化膜52を除去すると鋭

い先端を有するエミッタタイプ2ができる。

【0005】それから、マスク51を残したままで、基板絶縁層3を形成していた。エミッタタイプ2の上にはマスク51があるので、絶縁層3は基板1のマスク51で覆われていない部分の上、及びマスク51の上に形成される。それから、この絶縁層3の上に蒸着等によりゲート電極層4が形成される。ゲート電極層4は、基板1上の絶縁層3の上、及びマスク51の上の絶縁層51の上に形成される。そこで、マスク51を除去すると、マスク51の上の絶縁層3及びゲート電極層4が同時に除去される。従って、こうして除去されたマスク51に対応して、基板の上の絶縁層3及びゲート電極層4の開口部ができ、図28に示されるように、エミッタタイプ2が露出する。

【0006】このようにして製造した陰極装置においては、エミッタタイプ2の基板1との接合部(底面部)の大きさDはマスク51の大きさよりも小さい。そして、ゲート電極層4の開口部4Aの大きさdはマスク51の大きさに依存する。よって、 $(D < d)$ であった。実際には、図30に示されるように絶縁層3を蒸着により形成するとき、マスク51上の絶縁層3の輪郭形状が上にいくほど広がっていく傾向があり、エミッタタイプの底部に襟状成長部分10ができることがある。その後のゲート電極層4の形成においては、ゲート電極層4の開口部4Aの大きさがマスク51よりもさらに大きくなる。図31に示されるように、マスク51及びその上の絶縁層3、並びに襟状成長部分10を除去すると、エミッタタイプ2の大きさDはゲート電極層4の開口部4Aの大きさdよりも小さい。また、マスクの大きさも、現在のフォトリソグラフィの技術により、例えば1 $\mu$ m程度以下にできない。

##### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、できるだけ低い電圧で電界放出を起こさせることのできる陰極装置及びその製造方法を提供することである。

##### 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明による陰極装置は、基板1と、該基板に形成され、円錐状の先端部分2Aを有する少なくとも1つのエミッタタイプ2と、該基板の上方に形成され、該エミッタタイプの先端部分を露出させる開口部4Aを有するゲート電極層4とからなり、該ゲート電極層の該開口部4Aの直径が該エミッタタイプ2の該基板との接合部における直径よりも小さいことを特徴とするものである。また、本発明はこのような陰極装置を備えた表示装置を提供するものである。

【0009】また、上記陰極装置を製造するのに適した陰極装置の製造方法は、円錐状の先端部分を有する少なくとも1つのエミッタタイプを基板に形成する工程と、形成された該エミッタタイプの表面に酸化膜を形

成する工程と、ゲート電極材料が少くとも該エミッタタイプの円錐状の該先端部分の表面の酸化膜に付着せしめられ、かつ該エミッタタイプの先端部分を露出させる開口部4Aを有するようにゲート電極層4を形成する工程と、該エミッタタイプの表面の酸化膜を除去する酸化膜除去工程とを含み、該酸化膜の除去により、該ゲート電極層の該開口部の内周壁が円錐状の該先端部分の外側に該先端部分とほぼ平行に延びるように形成されることを特徴とする。

【0010】

【作用】本発明による陰極装置においては、ゲート電極層の開口部の直径がエミッタタイプの基板との接合部における直径よりも小さくしたので、エミッタタイプの先端部分がゲート電極層の開口部の内周壁により接近し、従来よりもかなり低い電圧で電界放出を起こさせることができるようになる。また、本発明による陰極装置の製造方法においては、ゲート電極層の開口部の内周壁がエミッタタイプの円錐状の先端部分の外側に該先端部分とほぼ平行に延びるほぼ切頭円錐状に形成され、よって、ゲート電極層の開口部の直径がエミッタタイプの先端部の直径よりも小さくすることができる。このため、かなり低い電圧で電界放出を起こさせることができる陰極装置を得ることができる。

【0011】このような陰極装置の進歩とともに、できるだけ低い電圧で電界放出を起こさせることができるため、エミッタタイプが露出するゲート電極層の開口部の大きさをできるだけ小さくし、ゲート電極層の開口部の内周壁をエミッタタイプにできるだけ近接させることが望ましいことを本発明者らは見出した。さらに、ゲート電極層の開口部の内周壁の高さをできるだけ高くし、エミッタタイプの先端部分を包囲する面積を大きくするのがよいことを本発明者らは見出した。

【0012】

【実施例】図1は本発明による陰極装置100を示す図である。陰極装置100は、基板1と、基板1に形成されたエミッタタイプ2と、絶縁層3と、ゲート電極層4とからなる。また、基板1と絶縁層3との間には、酸化膜52が形成されている。エミッタタイプ2は円錐状の先端部分2Aと、円柱状の基端部分2Bとからなる。ただし、エミッタタイプ2は円柱状の基端部分2Bがなく、実質的に円錐状の先端部分2Aのみからなる構造とすることもできる。絶縁層3及びゲート電極層4はそれぞれエミッタタイプ2を露出させる整列した開口部3A、4Aを有する。ゲート電極層4の開口部4Aの内周壁4Bはエミッタタイプ2の先端部分2Aを取り囲み、エミッタタイプ2の先端部分2Aとゲート電極層4の開口部4Aの内周壁4Bとの間に強電界が発生し、エミッタタイプ2の先端部分2Aから電子を放出するものである。なお、カソード電極（図示せず）がエ

ミッタタイプ2の基端部分2Bに接続される。

【0013】図1においては、ゲート電極層4の開口部4Aの内周壁4Bがエミッタタイプ2の円錐状の先端部分2Aの外側にこの先端部分2Aとほぼ平行に延びるほぼ切頭円錐状に形成される。従って、ゲート電極層4の開口部4Aの内周壁4Bの直径がエミッタタイプ2の基板1との接合部（底面部）における直径よりも小さくなっている。ゲート電極層4の開口部4Aの内周壁4Bの（エミッタタイプ2の高さ方向に見た）幅はゲート電極層4の（絶縁層3の上の部分の）厚さよりも大きい。

【0014】図2は図1の陰極装置100を使用する例を示す略図である。この例では、表示基板1は例えばn型のシリコン半導体からなり、n型の基板1の表面には導電型が反対のp型の領域1aが形成されている。複数のエミッタタイプ2がp型の領域1aにそれぞれ形成されている。この場合、p型の領域1aはカソード電極として使用され、あるp型の領域1aとゲート電極層4との間に電圧を印加すると、そのp型の領域1aのエミッタタイプ2から電子が矢印で示されるように放出され、放出された電子はこの陰極装置と関連して設けられる陽極装置200へ飛んでいくようになっている。

【0015】図3は、図1及び図2の陰極装置100を表示装置に使用した例を示す図である。p型の領域1aとゲート電極層4とは絶縁層3を介してマトリクス状に配置されており、マトリクス上の特定の位置のエミッタタイプ2から陽極装置200へ向かって電子を飛ばすことができる。一方、陽極装置200は透明な板に陽極層201を形成し、さらに陽極層201に蛍光層（R、G、B）202を設けてある。従って、陰極装置100の特定の位置から飛来した電子は特定の位置の蛍光層102に当たって発光する。これによって、カラー表示を行うことができる。陰極装置100はこの例に限定されることなく、上記したようにマイクロ真空管等の種々の例に適用可能である。

【0016】図4から図10は図1の陰極装置100を製造するための製造方法の第1実施例の連続的な工程を示す図である。図4において、Si基板1を準備する。Si基板1は図2に示したようにn型のタイプのものであり、その表面にp型領域1aを予め形成しておく。あるいは、別の導体からなるカソード電極をSi基板1に形成しておいてもよい。

【0017】そこで、Si基板1上にエミッタタイプ2形成のためのマスクとなる層を例えば化学気相堆積（CVD）法により形成する。実施例においては、このマスク層は、例えば厚さ300nmのSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>の第1の絶縁層61と、例えば厚さが300nmのSiO<sub>2</sub>の第2の絶縁層51との2層構造である。第1の絶縁層61が基板1のすぐ上にあり、第2の絶縁層51が第1の絶縁層61の上にある。Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>等の窒化物はSiO

2よりも熱リン酸に対して溶解しやすい性質がある。しかし、全体の厚さを適切に選択すれば、マスク層は例えば $\text{SiO}_2$ からなる絶縁膜51のみでもよい。なお、他の実施例においては、このような2層構造にすることが特に有利になることがある。

【0018】図5において、第1及び第2の絶縁層61、51を公知の露光手段により露光した後で、第1及び第2の絶縁層61、51をエッチングし、エミッタタイプ2の形状に対応したマスクパターンとする。このエッチングは、エッチングガスとして $\text{CF}_4$ を使用し、RIE法を適用する。

【0019】図6において、マスク61、51を使用して、 $\text{Si}$ 基板1をエッチングしてエミッタタイプ2を形成する。この場合、エッチングガスとして $\text{SF}_6$ を使用し、RIE法を適用する。エッチングにより、基板1のマスクで覆われていない部分の表面が削られ、基板1のマスクの下方の部分が山形に残り、残った山形の部分がエミッタタイプ2となる。

【0020】エミッタタイプ2が円錐状の先端部分2Aと、円柱状の基端部分2Bとからなる比較的に長い形状のものとするために、実施例においては、最初に等方性に近いエッチングを行って円錐状の先端部分2Aを形成し、引き続き異方性エッチングを行ってほぼ円柱状の基端部分2Bを形成している。なお、RIE法を用いれば、圧力等のエッチング条件を選択することにより、等方性エッチング及び異方性エッチング等のエッチングの特徴を制御して実施することができる。

【0021】図7において、熱酸化法を適用することにより、表出されている $\text{Si}$ 基板1に $\text{SiO}_2$ からなる酸化膜52を形成する。この酸化膜52は、酸化物が $\text{Si}$ 基板1及びエミッタタイプ2の内部に拡散していくことにより形成され、図6の段階の $\text{Si}$ 基板1の表面並びにエミッタタイプ2の表面よりも内部に拡散する。この酸化膜52が除去されると、エミッタタイプ2はさらに鋭くなっている。

【0022】酸化膜52はまた図6の段階の $\text{Si}$ 基板1の表面並びにエミッタタイプ2の表面形状よりも外側にも膨らむ。従って、マスク61、51は除去されていない段階では、エミッタタイプ2の円柱状の基端部分2Bの酸化膜52の外形はマスク61、51の外形よりもわずかに大きくなる（マスク61、51の外形の延長線は図7に破線で示されている）。つまり、エミッタタイプ2の円柱状の基端部分2B上の酸化膜52の肩部が、マスク61、51の外形輪郭よりも外側にはみ出している。

【0023】図8において、真空蒸着法を適用することにより、例えば厚さ1000nmの $\text{SiO}_2$ からなる絶縁層3を形成する。この際、マスク61、51上の絶縁層3の輪郭形状は上にいくほど（絶縁層3の厚さが増すほど）半径方向外方に広がっていき、マスク61、51

のない部分の基板1上の酸化膜52上の絶縁層3の輪郭形状も同様に広がっていく。

【0024】さらに、この絶縁層3の形成において、絶縁層3の材料がエミッタタイプ2の円柱状の基端部分2B上の酸化膜52の肩部の上に付着し、襟状成長部分10が寄生的に形成される。襟状成長部分10は、エミッタタイプ2の円柱状の基端部分2B上の酸化膜52がマスク61、51の外形形状よりも外側にはみ出しているからできるのである。従って、後の例で出てくるが、絶縁層3の形成において、襟状成長部分10ができない場合もある。

【0025】図9において、真空蒸着法を適用することにより、例えば厚さ200nmのCrからなるゲート電極層4を形成する。この実施例においては、ゲート電極層4の形成工程において、襟状成長部分10の存在を積極的に利用する。すなわち、ゲート電極材料がエミッタタイプ2の円錐状の先端部分2A上の酸化膜52により多く付着せしめられるように、襟状成長部分10を受け皿として使用してゲート電極材料が襟状成長部分10の上方を通りエミッタタイプ2の先端部分2A上の酸化膜52の近傍へまわりこむようにする。

【0026】さらに、ゲート電極層4の形成工程において、好ましくは斜め蒸着を行う。すなわち、基板1をその中心軸線（回転軸線）のまわりで回転しつつゲート電極材料を基板1に該回転軸線に対して斜め方向（矢印A）から蒸着する。それによって、ゲート電極材料が襟状成長部分10の上を通ってエミッタタイプ2の先端部分2A上の酸化膜52により多く到達し、酸化膜52に付着する。

【0027】また、ゲート電極層4の形成工程において、真空蒸着法の代わりに、スパッタリング法やCVD法を利用することができる。これらの方法においては、ゲート電極材料が襟状成長部分10の上方でエミッタタイプ2の先端部分2A上の酸化膜52の近傍へ回り込んでゲート電極材料が酸化膜52に付着しやすい。さらに、ゲート電極材料が回り込みやすい処理条件を選択することもできる。例えば、スパッタリング法の場合、成膜圧力を標準的な5mTorrから20mTorrに上げたり、基板1とターゲットとの間の距離を通常の120mmから70mmに狭め、基板1から見込んだターゲットの立体角を増加させる等の方法が効果的である。また、膜厚を増加させると、酸化膜52に付着するゲート電極材料が増加する。

【0028】それから、図10に示されるように、マスク61、51、エミッタタイプ2の円錐状の先端部分2Aの表面の酸化膜52、及び襟状成長部分10を除去する。実施例においては、基板1をフッ化水素酸エッチャント中に浸漬して、これらの部分を溶解させた。酸化膜52の溶解により、鋭いエミッタタイプ2が現れ、絶縁層3及びゲート電極層4はそれぞれエミッタタイプ

プ2を露出させる開口部3A、4Aを備えることになる。

【0029】それから、ゲート電極層4はウエットエッチングを適用することにより、適切なパターン（図3参照）に形成される。図10の陰極装置100は図1の陰極装置と同じである。図10においては、ゲート電極層4の開口部4Aの内周壁4Bの直径がdで示され、エミッタタイプ2の基板1との接合部における直径がDで示されている。本発明では、 $d < D$ となっている。さらに、ゲート電極層4の開口部4Aの内周壁4Bの幅Wがゲート電極層4の厚さよりも大きい。

【0030】図11は、本発明及び従来の陰極装置の電圧と電流との関係を測定した結果を示す図である。横軸には電圧を、縦軸には放出電流をそれぞれとってある。丸印が本発明によるもの、四角印が従来技術によるものをそれぞれ示している。測定においては、6400個の陰極装置を配列して動作させ、その測定結果を表したものである。図から分かるように、本発明による陰極装置は、従来技術によるものと比較して、低い電圧で急速にエミッションが開始されている。

【0031】図12は、ファウラ・ノルドハイム の公式に準拠したフィールドエミッションの特性を表す図であり、横軸に $1000/V$ を、縦軸に $1/V$ をそれぞれとってある。電界放出に基づく特性は、下記のファウラ・ノルドハイム の公式に従い、両辺に対数をとった場合、直線になれば、電界放出と見なせる。

【0032】
$$J_e = A e^{\phi} \times p (B \phi^{3/2})$$

ここで、 $J_e$ は電流密度、 $\phi$ は仕事関数、A、Bは定数である。このデータも、6400個の陰極装置を配列して動作させ、その測定結果を表したもので、丸印が本発明によるもの、四角印が従来技術によるものをそれぞれ示している。

【0033】この図では、特性線に傾きが少なく、且つ、上方にあることがよい結果を示すことが知られている。図から分かるように、本発明による陰極装置は、従来技術によるものと比較して、より低い電圧でより大きい電流が得られることを示している。

【0034】図13はエミッタタイプ2の高さと電界増倍係数との関係を示す図である。各曲線P、Q、Rは、図1の酸化膜52と絶縁層3との厚さの合計が $1\mu m$ であり、且つゲート電極層4の開口部4Aの内周壁4Bの幅Wがそれぞれ0.2、0.4、0.6 $\mu m$ であるときの電界増倍係数を示している。各曲線P、Q、Rでは、電界増倍係数はエミッタタイプ2の高さが約1.41 $\mu m$ のときにピークとなることを示している。また、電界増倍係数は内周壁4Bの幅Wが大きくなるほど高く（曲線R>曲線Q>曲線P）なることを示している。従って、本発明により、ゲート電極層4の開口部4Aの内周壁4Bが、エミッタタイプ2の円錐状の先端部分2Aとほぼ平行に延びるほぼ切頭円錐状に形成さ

れ、よって内周壁4Bの幅Wを大きくできることにより、電界増倍係数を高くすることができる。

【0035】図14から図17は、陰極装置100を製造するための製造方法の第2実施例の連続的な工程を示す図である。前の実施例の図4から図7と同じ工程が第2実施例においても採用され、図14は、前の実施例の図8の状態と同じ状態を示している。つまり、図14は、Si基板1上にエミッタタイプ2形成のためのマスク61、51を形成し、同マスク61、51をパターニングし、マスク61、51を使用してSi基板1をエッチングしてエミッタタイプ2を形成し、Si基板1の表面並びにエミッタタイプ2の表面に酸化膜52を形成し、そして、絶縁層3を形成した状態を示している。また、絶縁層3の形成と同時に、襟状成長部分10が寄生的に形成される。

【0036】この実施例においては、図15に示されるように、絶縁層3を形成した後、基板1を熱リン酸からなるエッチャント中に浸漬する。Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>等の窒化物はSiO<sub>2</sub>よりも熱リン酸に溶解しやすいので、マスクの第1の絶縁層61は容易に溶解して基板1から除去され、それと同時にマスクの第2の絶縁層51も除去される。一方、絶縁層3及び襟状成長部分10は溶解せずに残る。

【0037】図16において、真空蒸着法を適用することにより、例えば200nmのCrからなるゲート電極層4を形成する。この場合には、マスク61、51がないので、ゲート電極層4は襟状成長部分10及びエミッタタイプ2の先端部分2Aの上の酸化膜52に付着し、次第に肥大化しつつ成長する。

【0038】図17において、基板1をフッ化水素酸エッチャント中に浸漬して、エミッタタイプ2を覆っている酸化膜52及び襟状成長部分10を除去する。エッチャントはエミッタタイプ2の先端部分2Aの酸化膜52の上端部のゲート電極材料の縁部にできるギャップ、又はギャップ状に薄くなっているゲート電極材料に浸透し、よって酸化膜52等が除去される。なお、例えば図6に相当する図26に示されるように、基板1のエッチング工程において、エミッタタイプ2の先端部分2Aにくびれ2CができるようにRIE条件を適切に設定しておくと、図16に相当する図27に示されるように、ゲート電極層4のギャップ4Gを大きくすることができ、図17の酸化膜52の除去がより容易となる。このようにして、酸化膜52及び襟状成長部分10の除去を行うと、エミッタタイプ2の先端部分2Aの周囲には、ゲート電極層4の開口部4A及び絶縁層3の開口部3Aが形成される。第2実施例によって生成されるゲート開口部4Aの開口径は、前の実施例のゲート開口部4Aの開口径に比較してさらに小さくすることができる。

【0039】図18は、陰極装置100を製造するための製造方法の第3実施例を示す図である。（A）は、S



i 基板 1 上にエミッタタイプ 2 形成のためのマスク 6 1、5 1 を形成し、同マスク 6 1、5 1 をパターンニングし、マスク 6 1、5 1 を使用して Si 基板 1 をエッチングしてエミッタタイプ 2 を形成し、絶縁層 3 を形成した状態を示している。この実施例では、酸化膜 5 2 よりも前に絶縁層 3 を形成する。エミッタタイプ 2 は比較的に背が低く、実質的に円錐状の先端部分 2 A のみからなる。この場合には、前の実施例で説明した基端部分 2 B の肩部がないので、襟状成長部分 1 O は寄生的に形成されない。

【0040】(B)においては、絶縁層 3 を形成した後、基板 1 を熱リン酸からなるエッチャント中に浸漬する。この場合にも、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 等の窒化物は SiO<sub>2</sub> よりも溶解しやすいので、マスク 6 1、5 1 は基板 1 から除去され、絶縁層 3 は溶解せずに残る。

【0041】(C)においては、エミッタタイプ 2 を鋭くするために、Si 基板 1 の表面並びにエミッタタイプ 2 の表面に酸化膜 5 2 を形成する。(D)においては、ゲート電極層 4 を形成する。この場合には、マスク 6 1、5 1 及び襟状成長部分 1 O がないので、ゲート電極層 4 はエミッタタイプ 2 の先端部分 2 A の上の酸化膜 5 2 に十分に付着する。

【0042】(E)においては、エミッタタイプ 2 を覆っている酸化膜 5 2 をエッチャントで除去する。エッチャントはエミッタタイプ 2 の先端部分 2 A の酸化膜 5 2 の上部部の縁部にできるゲート電極層 4 のギャップ、又はギャップ状に薄くなっているゲート電極材料に浸透し、よって酸化膜 5 2 が除去される。この場合にも、図 26 に示されるように、エミッタタイプ 2 の先端部分 2 A にくびれ 2 C ができるようにしておけば、図 27 に示されるように、ゲート電極層 4 のギャップ 4 G を大きくすることができ、よって酸化膜 5 2 の除去がより容易となる。この実施例においても、ゲート開口部 4 A の直径はエミッタタイプ 2 の底面部の直径よりも小さくなる。

【0043】図 19 は陰極装置 100 を製造するための製造方法の第 4 実施例を示す図である。この実施例は図 18 の実施例とほぼ同様である。(A)は、Si 基板 1 上にエミッタタイプ 2 形成のためのマスク 6 1、5 1 を形成し、同マスク 6 1、5 1 をパターンニングし、マスク 6 1、5 1 を使用して Si 基板 1 をエッチングしてエミッタタイプ 2 を形成し、絶縁層 3 を形成した状態を示している。ただし、エミッタタイプ 2 は円錐状の先端部分 2 A と円柱状の基端部分 2 B とからなる。しかし、酸化膜 5 2 はまだ形成されていないので、酸化膜 5 2 の形成に伴う形状の膨張はなく、基端部分 2 B の肩部はマスク 6 1、5 1 よりもはみださないで、襟状成長部分 1 O は寄生的に形成されない。

【0044】(B)においては、基板 1 を熱リン酸からなるエッチャント中に浸漬して、マスク 6 1、5 1 を基

板 1 から除去する。絶縁層 3 は溶解せずに残る。それから、エミッタタイプ 2 を鋭くするために、Si 基板 1 の表面並びにエミッタタイプ 2 の表面に酸化膜 5 2 を形成する。

【0045】(C)においては、ゲート電極層 4 を形成する。この場合には、マスク 6 1、5 1 及び襟状成長部分 1 O がないので、ゲート電極層 4 はエミッタタイプ 2 の先端部分 2 A の上の酸化膜 5 2 に十分に付着する。(E)においては、エミッタタイプ 2 を覆っている酸化膜 5 2 をエッチャントで除去する。この実施例においても、ゲート開口部 4 A の直径はエミッタタイプ 2 の底面部の直径よりも小さくなる。

【0046】図 20 は陰極装置 100 を製造するための製造方法の第 5 実施例を示す図である。(A)は、Si 基板 1 上にエミッタタイプ 2 形成のためのマスク 6 1、5 1 を形成し、同マスク 6 1、5 1 をパターンニングし、マスク 6 1、5 1 を使用して Si 基板 1 をエッチングしてエミッタタイプ 2 を形成し、エミッタタイプ 2 を鋭くするために、Si 基板 1 の表面並びにエミッタタイプ 2 の表面に酸化膜 5 2 を形成した状態を示している。この実施例では、エミッタタイプ 2 は比較的に背が低く、実質的に円錐状の先端部分 2 A のみからなる。

【0047】(B)においては、酸化膜 5 2 を形成した後、絶縁層 3 を形成する。この場合には、前の実施例で説明した基端部分 2 B の肩部がないので、襟状成長部分 1 O は寄生的に形成されない。(C)においては、基板 1 を熱リン酸からなるエッチャント中に浸漬し、マスク 6 1、5 1 を除去する。絶縁層 3 は溶解せずに残る。

【0048】(D)においては、ゲート電極層 4 を形成する。この場合にも、マスク 6 1、5 1 及び襟状成長部分 1 O がないので、ゲート電極層 4 はエミッタタイプ 2 の先端部分 2 A の上の酸化膜 5 2 に十分に付着する。

(E)においては、エミッタタイプ 2 を覆っている酸化膜 5 2 をエッチャントで除去する。エッチャントはエミッタタイプ 2 の先端部分 2 A の酸化膜 5 2 の上部部の縁部にできるゲート電極材料のギャップ、又はギャップ状に薄くなっているゲート電極材料に浸透し、よって酸化膜 5 2 が除去される。この場合にも、図 26 に示されるように、エミッタタイプ 2 の先端部分 2 A にくびれ 2 C ができるようにしておけば、図 27 に示されるように、ゲート電極層 4 のギャップ 4 G を大きくすることができ、よって酸化膜 5 2 の除去がより容易となる。この実施例においても、ゲート開口部 4 A の直径はエミッタタイプ 2 の底面部の直径よりも小さくなる。

【0049】図 21 は 陰極装置 100 を製造するための製造方法の第 6 実施例を示す図である。この実施例は図 20 の実施例とほぼ同様である。(A)は、Si 基板 1 上にエミッタタイプ 2 形成のためのマスク 6 1、5 1 を形成し、同マスク 6 1、5 1 をパターンニングし、マ

スク61、51を使用してSi基板1をエッチングしてエミッタタイプ2を形成し、エミッタタイプ2を鋭くするために、Si基板1の表面並びにエミッタタイプ2の表面に酸化膜52を形成し、そして、絶縁層3を形成した状態を示している。この実施例では、エミッタタイプ2は円錐状の先端部分2Aと円柱状の基端部分2Bとからなり、襟状成長部分10が寄生的に形成される。

【0050】(B)においては、基板1を熱リン酸からなるエッチャント中に浸漬し、マスク61、51を除去する。絶縁層3は溶解しないが、襟状成長部分10は溶解するようにエッチングを行う。それから、ゲート電極層4を形成する。この場合にも、マスク61、51及び襟状成長部分10がないので、ゲート電極層4はエミッタタイプ2の先端部分2Aの上の酸化膜52に十分に付着する。

【0051】(C)においては、エミッタタイプ2を覆っている酸化膜52をエッチャントで除去する。この実施例においても、ゲート開口部4Aの直径はエミッタタイプ2の底面部の直径よりも小さくなる。

【0052】図22は陰極装置100を製造するための製造方法の第7実施例を示す図である。(A)は、Si基板1上にエミッタタイプ2形成のためのマスク61、51を形成し、同マスク61、51をパターンニングし、マスク61、51を使用してSi基板1をエッチングしてエミッタタイプ2を形成した状態を示している。

【0053】(B)においては、基板1を熱リン酸又はフッ化水素酸からなるエッチャント中に浸漬し、マスク61、51を除去した後で、エミッタタイプ2を鋭くするために、Si基板1の表面並びにエミッタタイプ2の表面に酸化膜52を形成する。エミッタタイプ2は実質的に円錐状の先端部分2Aのみからなる。なお、この場合マスクはSiO<sub>2</sub> 51のみの単層膜でもよい。

(C)においては、酸化膜52を形成した後、ゲート電極層4を形成する。この場合にも、マスク61、51及び襟状成長部分10がないので、ゲート電極層4はエミッタタイプ2の先端部分2Aの上の酸化膜52に十分に付着する。

【0054】(D)においては、エミッタタイプ2を覆っている酸化膜52をエッチャントで除去する。エッチャントはエミッタタイプ2の先端部分2Aの酸化膜52の上端部の縁部にできるゲート電極材料のギャップ、又はギャップ状に薄くなっているゲート電極材料に浸透し、よって酸化膜52が除去される。この場合にも、図26に示されるように、エミッタタイプ2の先端部分2Aにくびれ2Cができるようにしておけば、図27に示されるように、ゲート電極層4のギャップ4Gを大きくすることができ、よって酸化膜52の除去がより容易となる。しかし、基板1の表面上の、エミッタテ

イップ2の配置領域以外の部分においては、酸化膜52は溶解せずに残り、基板1とゲート電極層4との間の絶縁層となる。この実施例においても、ゲート開口部4Aの直径はエミッタタイプ2の底面部の直径よりも小さくなる。

【0055】図23は、陰極装置100を製造するための製造方法の第8実施例を示す図である。この実施例は図22の実施例とほぼ同様である。(A)は、Si基板1上にエミッタタイプ2形成のためのマスク61、51を形成し、同マスク61、51をパターンニングし、マスク61、51を使用してSi基板1をエッチングしてエミッタタイプ2を形成し、マスク61、51を除去した後で、エミッタタイプ2を鋭くするために、Si基板1の表面並びにエミッタタイプ2の表面に酸化膜52を形成した状態を示している。

【0056】(B)においては、酸化膜52を形成した後、さらに絶縁層3を形成した後で、ゲート電極層4を形成する。(C)においては、エミッタタイプ2を覆っている酸化膜52及び絶縁層3の一部をエッチャントで除去する。この実施例においても、ゲート開口部4Aの直径はエミッタタイプ2の底面部の直径よりも小さくなる。

【0057】図24は陰極装置100を製造するための製造方法の第9実施例を示す図である。この実施例は、エミッタタイプ2が円錐状の先端部分2Aと円柱状の基端部分2Bとからなる点を除くと、図22の実施例とほぼ同様である。すなわち、(A)においては、マスクを使用してSi基板1をエッチングしてエミッタタイプ2を形成し、マスクを除去した後で、Si基板1の表面並びにエミッタタイプ2の表面に酸化膜52を形成する。

【0058】(B)においては、酸化膜52を形成した後、ゲート電極層4を形成する。(C)においては、エミッタタイプ2を覆っている酸化膜52をエッチャントで除去する。しかし、基板1の表面上の、エミッタタイプ2の配置領域以外の部分においては、酸化膜52は溶解せずに残り、基板1とゲート電極層4との間の絶縁層となる。この実施例においても、ゲート開口部4Aの直径はエミッタタイプ2の底面部の直径よりも小さくなる。

【0059】図25は、陰極装置100を製造するための製造方法の第10実施例を示す図である。この実施例は、エミッタタイプ2が円錐状の先端部分2Aと円柱状の基端部分2Bとからなる点を除くと、図23の実施例とほぼ同様である。すなわち、(A)は、マスクを使用してSi基板1をエッチングしてエミッタタイプ2を形成し、マスクを除去した後で、Si基板1の表面並びにエミッタタイプ2の表面に酸化膜52を形成する。

【0060】(B)においては、酸化膜52を形成した

後に、さらに絶縁層3を形成した後で、ゲート電極層4を形成する。(C)においては、エミッタティップ2を覆っている酸化膜52及び絶縁層3の一部をエッチャントで除去する。この実施例においても、ゲート開口部4Aの直径はエミッタティップ2の底面部の直径よりも小さくなる。

【0061】

【発明の効果】本発明によれば、ゲート電極層の開口部の内周部の直径をエミッタティップの基板との接合部における直径よりも小さくしたので、低い電圧で電界放出を起こさせることができる陰極装置を得ることができ、それによって精密な表示装置等を構成することができる。しかも、ゲート電極層はエミッタティップの先端部分により近接して配設することができるので、電界集中の効果は格段に向上し、微小電界放出陰極を動作させるための電圧を低下させることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

- 【図1】本発明の実施例の陰極装置を示す断面図である。  
 【図2】図1の陰極装置を使用する例を示す略図である。  
 【図3】図1の陰極装置を使用した表示装置の概略斜視図である。  
 【図4】本発明による陰極装置の製造方法の第1実施例の1工程を示す図である。  
 【図5】図4の次の工程を示す図である。  
 【図6】図5の次の工程を示す図である。  
 【図7】図6の次の工程を示す図である。  
 【図8】図7の次の工程を示す図である。  
 【図9】図8の次の工程を示す図である。  
 【図10】図9の次の工程を示す図である。  
 【図11】本発明及び従来技術の陰極装置の電圧と電流との関係を示す図である。  
 【図12】本発明及び従来技術の陰極装置のフィールドエミッション特性を示す図である。  
 【図13】エミッタティップの高さとゲート電極の厚さの関係を示す図である。  
 【図14】本発明による陰極装置の製造方法の第2実施

例の1工程を示す図である。

【図15】図15の次の工程を示す図である。

【図16】図16の次の工程を示す図である。

【図17】図17の次の工程を示す図である。

【図18】本発明による陰極装置の製造方法の第3実施例を示す図である。

【図19】本発明による陰極装置の製造方法の第4実施例を示す図である。

【図20】本発明による陰極装置の製造方法の第5実施例を示す図である。

【図21】本発明による陰極装置の製造方法の第6実施例を示す図である。

【図22】本発明による陰極装置の製造方法の第7実施例を示す図である。

【図23】本発明による陰極装置の製造方法の第8実施例を示す図である。

【図24】本発明による陰極装置の製造方法の第9実施例を示す図である。

【図25】本発明による陰極装置の製造方法の第10実施例を示す図である。

【図26】図6のエッチング工程の変化例を示す図である。

【図27】図15のゲート電極工程の変化例を示す図である。

【図28】従来の陰極装置を示す図である。

【図29】従来の陰極装置の製造工程を示す図である。

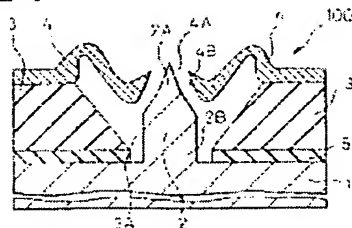
【図30】従来の陰極装置の他の製造工程を示す図である。

【図31】図30で形成された従来の陰極装置を示す図である。

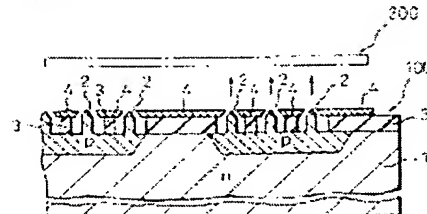
#### 【符号の説明】

- 1…基板  
 2…エミッタティップ  
 3…絶縁層  
 4…ゲート電極層  
 52…酸化膜  
 51, 61…マスク

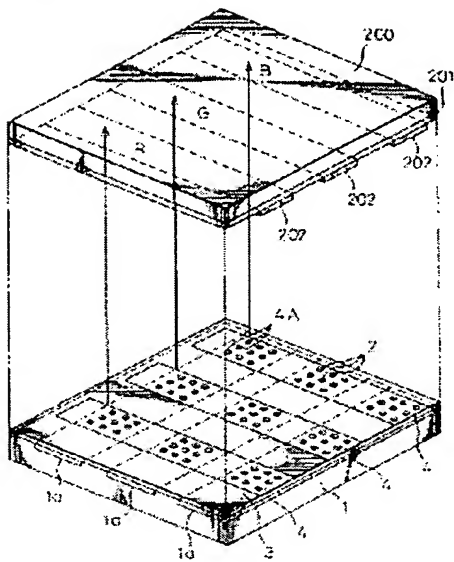
【図1】



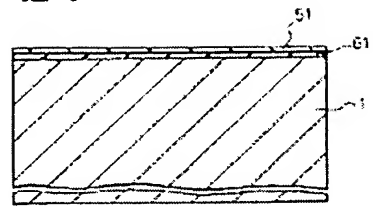
【図2】



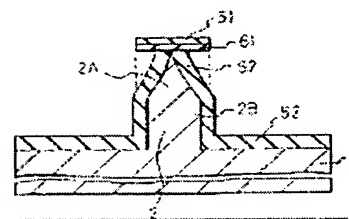
【図3】



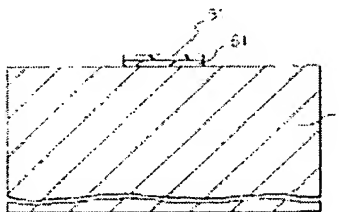
【図4】



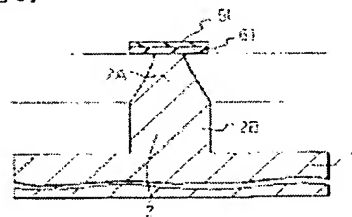
【図7】



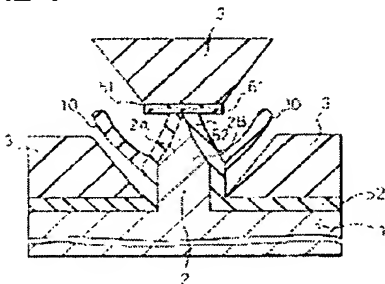
【図5】



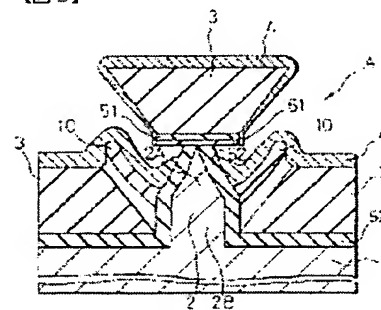
【図6】



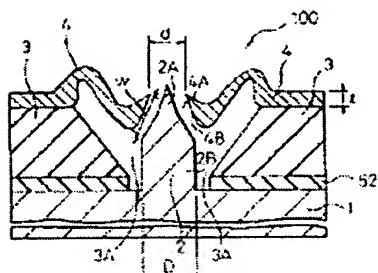
【図8】



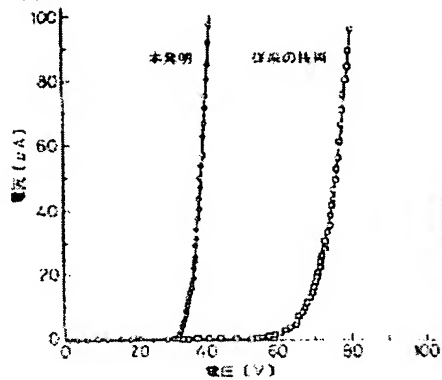
【図9】



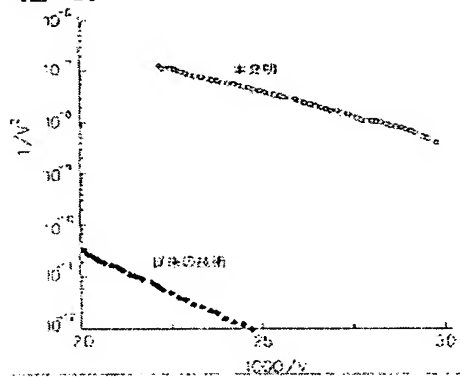
【図10】



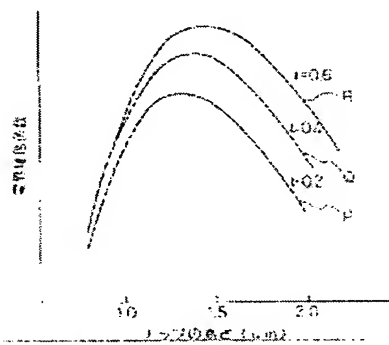
【図11】



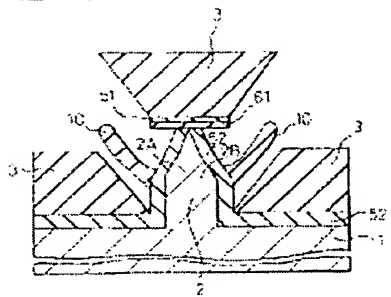
【図12】



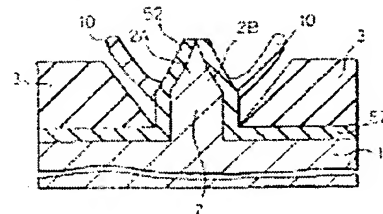
【図13】



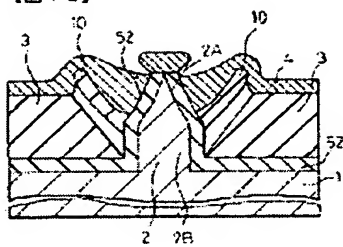
【図14】



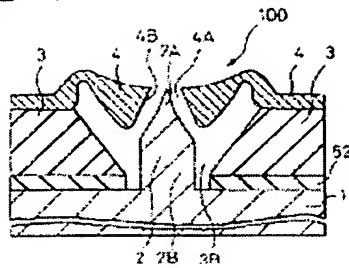
【図15】



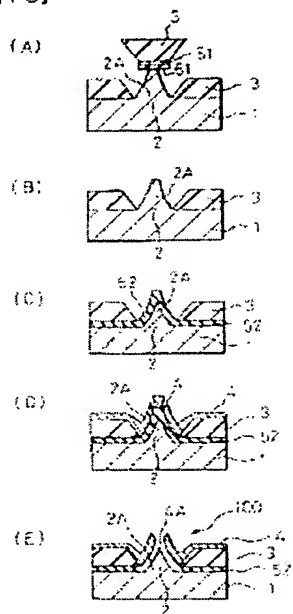
【図16】



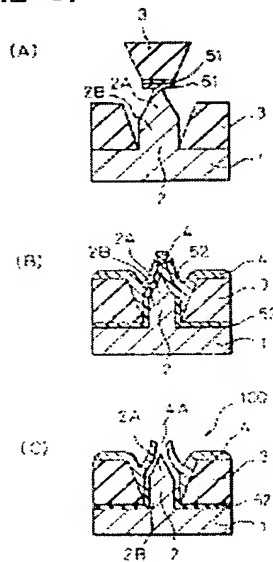
【図17】



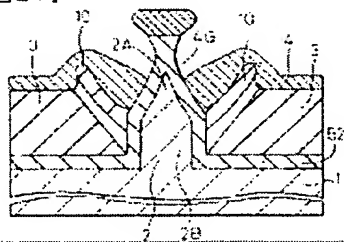
【図18】



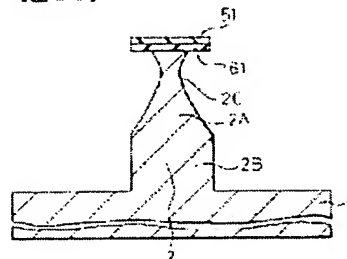
【図19】



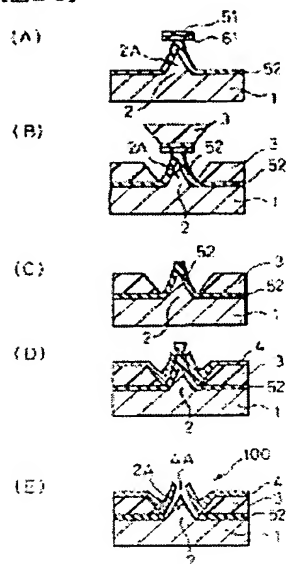
【図27】



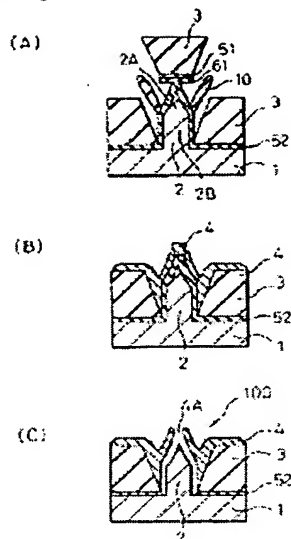
【図26】



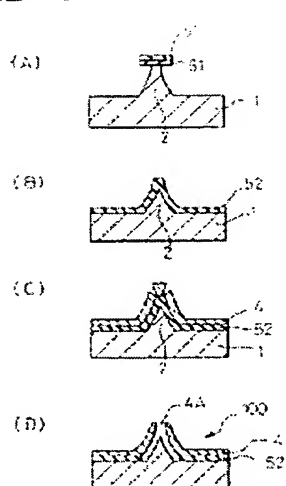
【図 20】



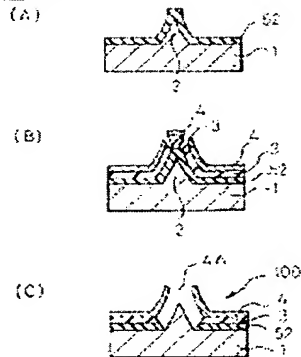
【図 21】



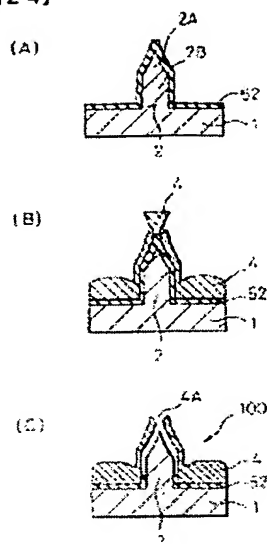
【図 22】



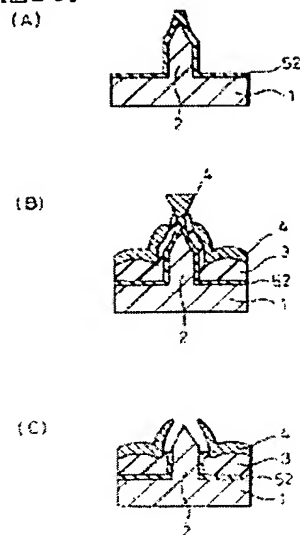
【図 23】



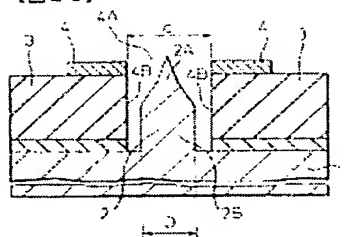
【図24】



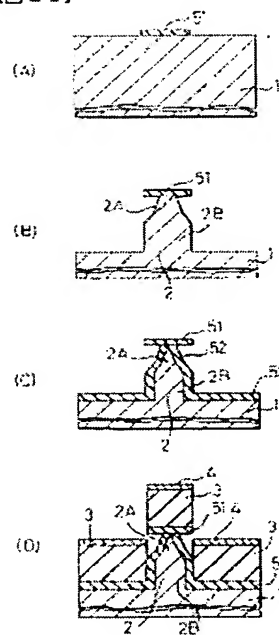
【図25】



【図28】

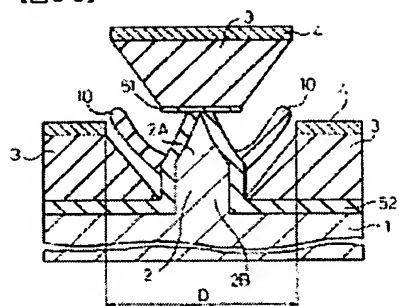


【図29】

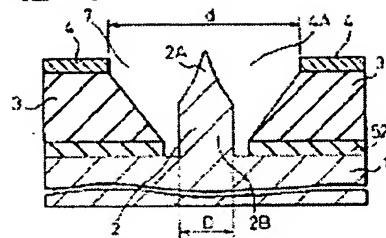




【図30】



【図31】



フロントページの続き

(72)発明者 中谷 忠司  
神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**